

# Kapitel 1

## Einleitung

Seit einigen Jahren gewinnt die Forschung an mehrkomponentigen heterogenen Polymersystemen zunehmend Bedeutung. Dies liegt neben dem akademischen Forschungsinteresse auch an dem großen wirtschaftlichen Interesse in der industriellen Anwendung. In der Materialforschung werden aufgrund des gestiegenen Bedarfs an vielseitigen und preisgünstigen Hochleistungswerkstoffen mit einem breiten Eigenschaftsprofil neue Polymerwerkstoffe durch Mischung vorhandener Homopolymere entwickelt [1]-[5].

Von großer industrieller Bedeutung ist die Kombination der beiden Polymere isotaktisches Polypropylen (iPP) und Polyethylen (PE) [4, 6]-[9]. In diesen Systemen wird iPP und PE in bestimmten Gewichtsverhältnissen gemischt, um die Eigenschaften des Werkstoffs gezielt zu verändern. Die Verbesserungen des Eigenschaftsprofils werden häufig als das Resultat synergetischer Effekte zwischen den jeweiligen Komponenten des Systems erklärt [6]. Jedoch stellt das Polymersystem iPP/PE innerhalb des gesamten Konzentrationsbereichs ein nichtmischbares Polymersystem dar. Die resultierenden neuen Materialeigenschaften des Systems iPP/PE erreichen deshalb oft nicht das geforderte Eigenschaftsprofil. Aufgrund der Nichtmischbarkeit kommt es zu einer Phasenseparation. Diese führt u.a. zu einer inhomogenen Verteilung der Minorphase in der Matrix. Die schlechte Adhäsion an den Phasengrenzen beeinträchtigt die Kraftübertragung bei Belastung des Materials und beeinflusst so die mechanischen Eigenschaften des Systems.

Eine Möglichkeit, diese aus der Nichtmischbarkeit der Ausgangskomponenten resultierenden Nachteile zu vermeiden, besteht in dem Einsatz von grenzflächenaktiven Polymeren, sogenannten Verträglichkeitsmachern<sup>1</sup>. Häufig werden sogenannte Block- oder Pfropf-Copolymere als Verträglichkeitsmacher eingesetzt. Sie sollen in der Phasengrenze der nichtmischbaren Polymere derart

---

<sup>1</sup>Im angelsächsischen Sprachgebrauch sowie in der Fachliteratur wird häufig der Begriff Compatibilizer verwendet.

---

lokalisiert sein, daß sie die Grenzphase überbrücken [10]- [14]. Eine Vielzahl von Untersuchungen wurde durchgeführt, um für spezielle Polymersysteme die passenden Verträglichkeitsmacher zu entwickeln [10, 11, 15, 16].

Ein als Verträglichkeitsmacher eingesetztes Block-Copolymer sollte ein nicht-mischbares heterogenes Polymersystem so beeinflussen, daß folgende Effekte auftreten [17]-[19]:

- Die Einschränkung von Segregationsprozessen, so daß auf makroskopischem Niveau eine Phasenseparation verhindert und eine Morphologiestabilisierung erreicht wird.
- Die Verbesserung der Verteilung der Minorphase in der Matrix. Dies soll zu einer homogenen Verteilung der Minorphase mit einer möglichst unimodalen Größenverteilung der Einschlüsse führen.
- Die Verbesserung der Adhäsion zwischen den nichtmischbaren Komponenten, um eine optimale Kraftübertragung in der Grenzphase zu ermöglichen.
- Die Änderung der mikrorheologischen Eigenschaften zur Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften.

Es können nicht alle Anforderungen von einem Verträglichkeitsmacher allein erfüllt werden. Häufig ist man jedoch nur an der Verbesserung spezieller Eigenschaften eines kommerziellen Polymerwerkstoffs interessiert, ohne das typische Gesamteigenschaftsprofil des Materials zu verändern. Dies kann durch den Einsatz kommerziell erhältlicher Block-Copolymere, welche für die gewünschte Anwendung nicht maßgeschneidert hergestellt werden, erreicht werden. Es ist jedoch oft gar nicht bekannt, welche Wechselwirkungen zwischen Block-Copolymer und Ausgangspolymeren die Ursache der Verbesserung sind. So wurde z.B. in einigen Untersuchungen festgestellt, daß ein Styrol-Ethylen/Butylen-Styrol Triblock-Copolymer (SEBS) die Schlagzähigkeit von nichtmischbaren iPP/PE-, Polypropylen/Polycarbonat (PP/PC)- und Polyethylen/Polystyrol (PE/PS)-Systemen deutlich erhöht [20]-[25]. In diesen Systemen sollte SEBS als grenzflächenaktives Block-Copolymer agieren [20, 24]- [27]. In dem System iPP/PE gibt es keine dem Polystyrolblock komplementäre Phase, so daß eine ausgeprägte Lokalisierung an der Grenzphase iPP/PE mit einer Phasenseparation der Polystyrolblöcke in eigenen PS-Domänen konkurriert. Es wird daher erwartet, daß ein bestimmter Anteil der SEBS-Phase in der Matrix in einer eigenen Phase entmischt. Andererseits ist bekannt, daß einige Materialeigenschaften, wie z.B. Reißwiderstand oder Fließverhalten von polymeren Gebrauchswerkstoffen (PP, PE, PS u.ä.) durch die Zugabe von PS-Copolymeren modifiziert werden können [28, 29]. In anderen Untersuchungen wurde die Modifikation des Eigenschaftsprofils von Poly(ethylen)terphthalat/Polyethylen (PET/PE)-Systemen durch Zugabe von

SEBS analysiert. Es zeigte sich eine deutliche Änderung der mechanischen Eigenschaften wie Zähigkeit und Duktilität [27, 30]. Dies ist insofern bemerkenswert, als weder PET noch PE identisch zu den Copolymersegmenten des SEBS sind.

Eine Ursache für die Verbesserung des Eigenschaftsprofils des Systems iPP/PE kann die Beeinflussung der Kristallisationskinetik und Strukturausbildung durch Zugabe von SEBS sein [31]-[34]. Die Strukturformeln der verwendeten Polymere iPP, PE und SEBS sind in Abb. 1.1 dargestellt.

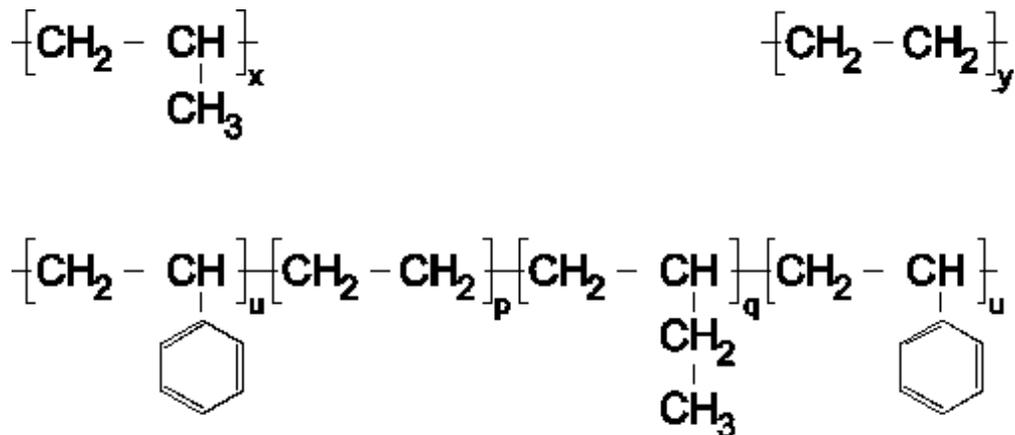


Abb. 1.1: Strukturformeln von a) Polypropylen, b) Polyethylen und c) Styrol-Ethylen/Butylen-Styrol (Die Anzahl der Wiederholungen der Monomereinheiten ist durch die Buchstaben x, y, u, p und q angegeben).

In der vorliegenden Arbeit wird ein Konzept für den Einfluß des SEBS auf das Polymersystem iPP/PE aufgestellt. Dazu wird der Einfluß zweier verschiedener PE- und SEBS-Typen auf das Verhalten der iPP-Matrix untersucht. Mögliche Effekte, die auf grenzflächensensitive Wechselwirkungen während der Strukturausbildung hinweisen, können bei der Analyse der Kristallisationskinetik, der Morphologie sowie der Überstruktur der Systeme iPP, iPP/PE und iPP/PE/SEBS festgestellt werden. Folgende Fragestellungen sind von besonderem Interesse:

- Welchen Einfluß hat die Polyethylenphase auf die Kristallisationskinetik der iPP-Matrix? Ist die Beeinflussung abhängig vom PE-Typ?
- Wie wird die Kristallisationskinetik der iPP-Matrix als Funktion von SEBS-Gehalt und -Typ beeinflusst?
- Hat der SEBS-Typ Einfluß auf die Kristallisationskinetik und die Strukturausbildung?
- Unterscheidet sich der Einfluß des SEBS auf die Kristallisation des iPPs in den Systemen iPP/SEBS gegenüber den Systemen iPP/PE/SEBS?

- 
- Welches charakteristische Verhalten zeigt die nichtisotherme Kristallisation der iPP-Matrix gegenüber der isothermen Kristallisation?
  - Können unterschiedliche Wechselwirkungen zwischen iPP und SEBS sowie PE und SEBS festgestellt werden? Läßt dies Rückschlüsse auf die Lokalisierung des SEBS in den jeweiligen Systemen iPP/SEBS und iPP/PE/SEBS zu?

Als Untersuchungsmethoden kommen die Lichtmikroskopie, die Differentielle Thermo-Analyse, die Torsionsschwingungsanalyse sowie die Kleinwinkel- und Weitwinkel-Röntgenstreuung zur Anwendung.